

# バルトロ氷河トレッキング時の SpO<sub>2</sub> 値の測定と健康調査の記録

井 上 摩 紀

はじめに .....	133
1. K2 展望への道	
——バルトロ氷河トレッキングの行程——	
.....	140
2. トレッキング中における	
SpO <sub>2</sub> 値測定と健康調査の記録 .....	157
おわりに .....	174

## はじめに

### 1) 日本における近年の登山ブーム

近年の日本は登山ブームに沸いている。例えば富士山の登山者数は、2005年の約20万人から年々増えており、2008年に30万人を超えた（関東地方環境事務所 2013 表 1 参照）。以降 1 万人前後の幅はあるものの、富士山登山者数は同水準を保ち、2013年は約31万人であった。富士山の世界遺産登録により今後も増加が進むと予想される。富士山以外の山々も、夏山シーズン中のメインルート上にある山小屋は登山者であふれており、登山ブームが富士山に限定されたものではないことを物語っている。また、男性・中高年者が中心と思われがちであった登山者は、今や女性・若者に広がり、「山ガール」という流行語も生みだし、街中の登山用品を扱うスポーツ店では、かつては機能重視であったウェアやグッズもカラフルでデザイン性の高いものが目に付くようになった。

表 1. 富士山の登山者数の推移（出典 関東地方環境事務所 報道発表資料 2013年度）

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
全登山者数(人)	200,292	221,010	231,542	305,350	292,058	320,975	293,416	318,565	310,721

総務省が発表している日本人のスポーツ参加に関わる統計データでは、1986年と2011年とを比較して、「スポーツの行動者率は、25年前と比較すると、60歳以上で上昇、60歳未満で低下、特に20～30歳代は約20ポイント低下」しており、「登山・ハイキングは今も25年前も60歳以上で盛んに行われている」（総務省統計局ホームページ 2012）と示されている。若者の登山者が目立ってきた一方で、60歳以上の中高年者はスポーツ参加の頻度が増え、

その中でも登山が25年前から変わらず大きな部分を占めていることがわかる。

## 2) 60歳代以上の海外トレッキング・登山経験

また、60歳代以上の登山者では、50歳代以下の世代と異なる特徴として、海外での登山・トレッキング経験が多いことが挙げられる。

ヤマケイオンラインが2013年に登山経験者1123人（男性72%、女性28%）を対象にネット上で行った調査によると、海外でのトレッキング・登山経験がある割合は50歳代では31%、50歳代未満ではそれ以下であったが、60歳代で48%、70歳代以上で60%となっている（図1参照）。

日本では、最高峰の富士山でさえ標高3776mであるが、ヒマラヤ山脈をはじめとする海外トレッキングでは4000m、5000mを超えての山行が、思いの外、手軽に楽しめる。登山経験が長くなれば、国内の山々より高い標高でのトレッキング・登山をしたくなるのもごく自然な流れであろう。年齢が上がり経済的余裕が出来ることに加え、日本においては、海外遠征に出かけられるような長期休暇を取得出来る職場が限定されており、定年退職を待つて60

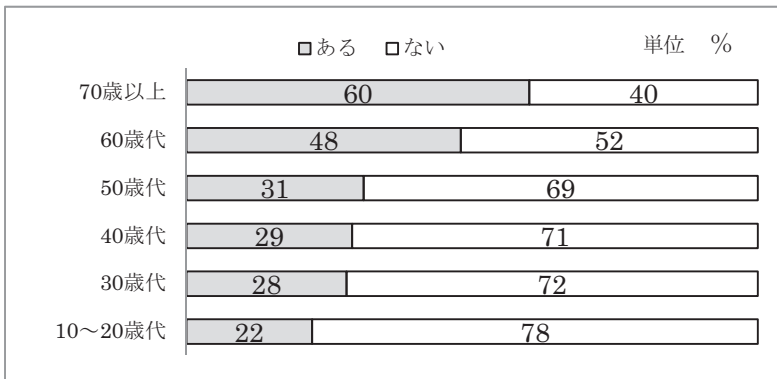


図1. 年代別海外でのトレッキング・登山経験（出典 ヤマケイオンライン）

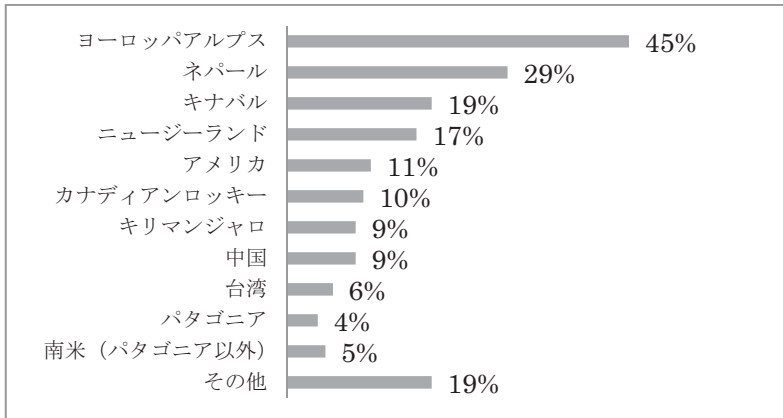


図2. 海外トレッキングに行った場所（複数回答 出典 ヤマケイオンライン）

歳を超えてからの海外トレッキング・登山体験となることが理由の一つとして挙げられる。主なトレッキング・登山先はヨーロッパアルプス（スイスのグリンデルワルド、ユングフラウヨッホ、ツェルマット、マッターホルンなど）、ネパール（エベレスト街道・アンナプルナなど）で、登山ルート沿いに集落内の宿泊施設や山小屋が整備され、ツアーも多く出ているところが多い（図2参照）。

### 3) 海外トレッキングの課題——高度順化——

海外登山の増加は世界的で、また、装備の進歩、受け入れ側のサポート態勢の充実によって、エベレストをはじめとする高所へ向かう人々も増えた。商業ツアーの増加は地球の極地に環境問題を引き起こすほどである。「故エドモンド・ヒラリーさんらが1953年、世界最高峰のエベレストに初登頂してから60年が過ぎた。100年前は未踏の領域だったが、商業ツアー拡大で最近では登山者が激増。ごみ散乱など環境破壊を理由に入山規制を求める声も出る

が、観光収入に頼るネパール政府は消極的だ」（日本経済新聞 WEB 刊 2013年6月2日付）という。高山を持つ国々では、登山が観光として経済活動の一部となっているのである。

海外トレッキングにしても、自分の脚で歩く基礎体力さえあれば、ガイドや大勢のポーター（シェルパ）を雇い、誰もが日本最高峰の富士山以上の高みに挑めるようになった。そこで、課題となるのが高山病である。

標高が上がると空気中の酸素濃度は低下し、血中の酸素濃度も下がる。「高所（低圧－低酸素）環境にあつては、生体は Hypoxia（低酸素症）に陥る。Hypoxia を細胞レベルでみると、細胞膜における水と電解質の調節機能の失調であり、細胞間隙の水分貯留すなわち浮腫である」（中島 2000）。このような浮腫が高山病と呼ばれる症状を引き起こす。高山病は急性高山病（AMS）、高所脳浮腫（HACE）、高所肺水腫（HAPE）に分類されている。急性高山病は、「頭痛のほかに、a）悪心、嘔吐、食欲不振、b）疲労または脱力、c）めまいまたはふらつき、d）不眠を伴う」（中島 同上）が症状として挙げられ、急性高山病が重篤化すると高所脳浮腫や高所肺水腫となる。

では、高山病を引き起こす高度はどれくらいかという点、前出の中島は「常識的には漠然と3500m以上」と述べ、山本（2000 p.240）は原（1994）が行った標高による低山・中山・高山の3つの分類によって、高山病の発症を以下のように示している。

低山 およそ3000m以下の山。ほとんど高山病に悩まされることなく登れる。

中山 およそ3000～6000mくらいの山。高所順化が不十分でも、高山病を我慢すればなんとか登れる。

高山 およそ6000m以上の山。適切な高度順化をしない限り、高山病のために登れない。

海外トレッキングで登山者が赴くルートは、日本国内では体験できない標高であり、且つ、高度順化の技術や事前トレーニングが無くとも何とか登れる「中山」にあたることが多いだろう。しかし、中山であっても高山病の危険は伴う。山本（2000）は、「高所の危険というと、6000m以上の高山に目が向きがちである。だが実際には、これよりもかなり低い4000m前後の高度で致命傷を受けることの方が多い」（p.206）と述べている。例として、ネパールのエベレスト街道途中にあるペリチェ診療所（標高4240m）で、200名のトレッカーを診察したところ、24%のものでラ音（肺に水が溜まったときに生ずる雑音、肺水腫へ発展する可能性がある）が聞かれたというハケット（1983）の報告を挙げている。標高4000m、空気中の酸素が約12%（地上の約60%）になるあたりに一つの壁が存在するようである。

標高4000mを超えるルートを含む海外トレッキングには高山病を防ぐために高度順化が必要である。しかし、同じ標高の山に行っても高山病を発症する人とならない人がおり、また、同じ人物が同じ標高に数回登ったとしても高山病を発症する場合としない場合がある。順化のテクニックは経験によるところが大きく、中村（2007）は、登山経験に基づく高度順化のやり方として「登る速さ（ゆっくり登る・深呼吸をする、など）」「滞在期間（登って下りて滞在する、を繰り返して高度を上げていく）」「個人差（個人差を知る・リーダーの観察力と判断力）」「順化のサポート（水分を摂る・薬を飲む、など）」（pp.90-92）を紹介している。

一方、低酸素環境での生理学的研究も近年蓄積されてきている。山本（2012）は事前順化トレーニング研究についてのレビューをまとめ、トレーニングによって、安静時および最大下運動時の心拍数（HR）や血中乳酸濃度（BLa）の低下、主観的運動強度（RPE）の低下、動脈血酸素飽和度（SaO<sub>2</sub>、SpO<sub>2</sub>）の上昇、また、換気能に関わる換気量（ $\dot{V}E$ ）、1回換気量

(VT) の増加や低酸素換気応答 (HVR) の上昇、急性高山病 (AMS) スコアの低下が得られた研究があったと報告している。実際の登山中に生理指標などを測定した研究では、エベレスト BC までのトレッキング時心拍数を測定した研究 (平松 1997)、国内だが富士山登山時の心拍数、SpO<sub>2</sub> と AMS スコアを測定した研究 (関ほか 2007)、中・高年登山者を対象に同じく富士山登山時の睡眠中を含めた心拍数と SpO<sub>2</sub> を測定した研究 (山本ほか 2010) などがある。

実際の登山時に測定可能な生理指標としてよく使われているのが SpO<sub>2</sub> (動脈血酸素飽和度) と心拍数 (HR) である。SpO<sub>2</sub> はパルスオキシメータで測定でき、高度順化の客観的目安として活用されている。SpO<sub>2</sub> が低下すると低酸素を補完するために HR が上昇する。山本 (2000) は、自身ともう 1 名の計 2 名が実際にエベレスト街道をトレッキングしたときに測定した SpO<sub>2</sub> と AMS スコアの値を高度変化に対応させて記録している。「それぞれの体調をほぼ的確に表していた」(pp.259-260) として、高度順化の指標として SpO<sub>2</sub> に加え健康調査である AMS スコアの活用が有効であるとしている。

#### 4) 本研究の目的

筆者は2013年8月に、世界第2峰K2の展望を求め、パキスタンのバルトロ氷河トレッキングに参加した。このルートからは、K2はもちろんのこと、カラコルム山脈の標高6000m、7000m、8000m級の山々を見上げることが出来る。カラコルムはトルコ語で、「黒い砂利」という意味で、山脈中央部にあるバルトロ氷河も砂石に覆われている。アスコーレ (標高3000m) を出発し、ルート上にあるキャンプ地にテントを張りながらK2展望が楽しめるコンコルディア (4650m) を目指した。



行程には氷河上のトレッキングとテント泊も含まれている。トレッキングルートへのアプローチに時間がかかる、宿泊環境がテントである、ルートは整備されているとはいえない自然味あふれたものである、など、トレッキングコースとしての手軽さに欠けることからか、日本人のトレッカーは少ない。加えて、パキスタンの政情不安も日本人に敬遠される理由である。前出の図 2 に示したヤマケイオンラインが調査した海外トレッキングに行ったことのある場所にもバルトロ氷河は挙がっていない。

比較のため、同調査で最も行った経験があるとされたネパールの代表的なルートであり、世界最高峰のエベレスト展望を目指すエベレスト街道ルートについて述べる。

ルクラ（2800m）からナムチェ・バザール（3440m）、そこからエベレスト展望台とも呼ばれるゴーキョ・ピーク（4790m）へ向かうルートや、同じくエベレスト展望台のカラ・パタール（5545m）を経てエベレスト BC（5364m）に向かうルートなどが人気のエベレスト街道は、登頂隊を含め、世界中から多くの人々がトレッキングを行っている。トレッキング中にテント泊が必要なのは BC のみで、街道には宿泊施設が整備され、宿では食事と飲み物が提供されている。高度順化に関する生理学的アプローチからの記録や研究も、前出の山本（2000）が報告した記録以外にもエベレスト街道ではいくつか行われている（平松 1996、1997）。

そこで、本研究では、まず、バルトロ氷河トレッキング行程の記録をまとめた上で、これまであまり為されていなかったこのルートでの  $\text{SpO}_2$  値の変化と健康調査の記録を行うことを第 1 の目的とする。また、参加した隊は 40 歳代から 70 歳代の中高年男女 8 名であり、これまでの実際の登山時の記録としては多い対象者数であった。中高年者の高度順化について、 $\text{SpO}_2$  の値と健康調査の状況を照らし合わせた分析が可能となった。本研究では、対象者

を SpO<sub>2</sub> に基づいて群分けし、健康状況を分析することで、それぞれの群における高度順化の様相を明らかにすることを第2の目的とする。

## 1. K2 展望への道——バルトロ氷河トレッキングの行程——

### 1) トレッキング行程の記録

今回のトレッキングは男性61歳から72歳の5名、女性41歳から47歳の3名、計8名（平均年齢57.9歳）のメンバーが集まり、手配を旅行会社の西遊旅行に依頼した。西遊旅行が催行している日本からのツアーをベースとしており、日本から添乗員1名、現地でガイド2名が同行した。図3に同社のホームページに掲載されているトレッキングルート図を示す。また、行程表を表2に示す。

バルトロ氷河トレッキングのスタート地点であるアスコーレ（3000m）までは、パキスタンの首都イスラマバードから空路でスカルドゥに移動し、そ

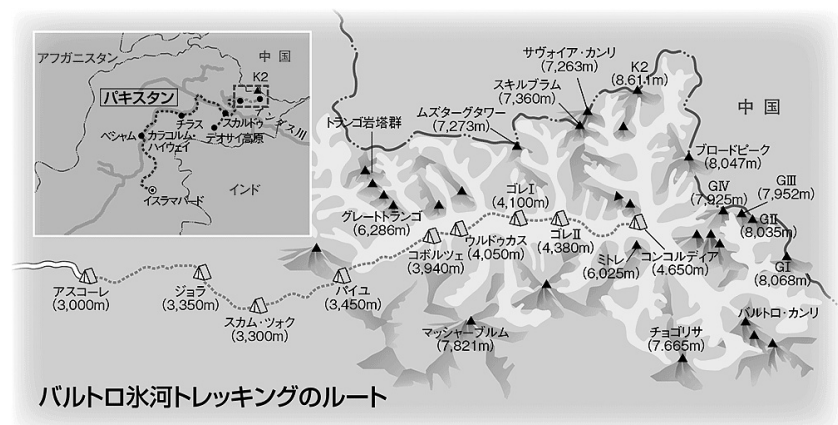


図3. バルトロ氷河トレッキングルート図（出典 西遊旅行ホームページ）

表2. バルトロ氷河トレッキング行程表

日付	日程	行程	行動時間	泊地	泊地標高
7/31(火)		スカルドゥ〜（専用車） アスコーレ		アスコーレ	3000m
8/1 (水)	第1日目	アスコーレ〜ジョラ	約8時間	ジョラ	3350m
8/2 (木)	第2日目	ジョラ〜スカムツォク	約5時間	スカムツォク	3300m
8/3 (金)	第3日目	スカムツォク〜パイユ	約4時間	パイユ	3450m
8/4 (土)	第4日目	パイユ滞在		パイユ	3450m
8/5 (日)	第5日目	パイユ〜コボルツェ	約7時間	コボルツェ	3940m
8/6 (月)	第6日目	コボルツェ〜ウルドゥカス	約4時間	ウルドゥカス	4050m
8/7 (火)	第7日目	ウルドゥカス〜グレⅡ	約8時間	グレⅡ	4380m
8/8 (水)	第8日目	グレⅡ〜コンコルディア	約7時間	コンコルディア	4650m
8/9 (木)	第9日目	コンコルディア滞在		コンコルディア	4650m
8/10(金)	第10日目	コンコルディア〜グレⅠ	約7時間	グレⅠ	4100m
8/11(土)	第11日目	グレⅠ〜ウルドゥカス	約4時間	ウルドゥカス	4050m
8/12(日)	第12日目	ウルドゥカス〜コボルツェ	約3時間	コボルツェ	3940m
8/13(月)	第13日目	コボルツェ〜パイユ	約6時間	パイユ	3450m
8/14(火)	第14日目	パイユ〜ジョラ	約7時間	ジョラ	3350m
8/15(水)	第15日目	ジョラ〜アスコーレ	約6時間	アスコーレ	3000m
8/16(木)		アスコーレ〜（専用車） スカルドゥ		スカルドゥ	2500m

こからさらに車で丸1日移動する。アスコーレには、昔ながらの生活スタイルを展示する小さなミュージアムもあり、K2登頂隊についての記述（本田2014）がある70年代後半よりもバルトロ氷河もトレッキングに訪れる者が増え、商業として観光が根付いたことが窺える。

アスコーレからの宿泊はすべて2人用テントとなり、朝夕食は同行のкокが作り、食事用に立てられたテント内ですることとなる。海外トレッキングというと、食事も気になるのだが、今回のトレッキングは日本の旅行社に

手配を依頼したこともあり、朝食にはおかゆが出るなど、日本人の好みとトレッキング中の体調が考えられた料理が提供された。全行程を通じて大変おいしく、体調を維持するのに大いに役立った。毎回の食事にはお湯が出され、高山病予防に良いとされる十分な水分摂取も出来た。この日の夕方から SpO<sub>2</sub> の測定と健康調査を行った。

### ——往路——

#### 第1日目 アスコーレからジョラ（キャンプ地標高3350m）

朝食前に SpO<sub>2</sub> の測定を行った。以後、毎日測定し記録した。全員テント泊には慣れているためか元気な様子で食欲もあった。トレッキング出発前に全員でストレッチを行った。呼吸を意識することと胸郭を広げることを意識し、下半身を中心に全身のストレッチを行った。以後、ストレッチはトレッキング日にのみ行った。

トレッキング行程中はダッフルバッグをポーターやラバが運んでくれるため、トレッカーは個人の持ち物として貴重品、カメラ、トレッキング中に必要な水分（これも昼食は用意してくれるので、それほど多くなくてもよい）を持つ程度で小さなリュック一つで歩くことが出来た。数名は1本または2本のストックを使用した。

トレッキング初日は朝7時出発で約8時間、標高にして350mほど上がるピアフォ氷河の末端部をまわ行程である。トレッキング中にはベンタバラック、ラトックなど7000m級の山々を見ることが出来る。ガイドを先頭に1列に隊を組み、ゆっくりとしたペースで歩いていった。

氷河から流れ出るシガール川沿いの道はそれほど大きな登りではなく、単調なルートである。この日は天候に恵まれたが、悩まされたのは40℃にもなるかという暑さと強風に巻き上げられた砂埃であった。あるメンバーが持参



写真 1. ジョラの吊り橋を一人ずつ渡っていく

した温度計を日向に数分置いただけで $50^{\circ}\text{C}$ を越す数値を示した。その日着ていたTシャツは、汗でボトボトになった後に乾き、身体から出た塩が跡となっていた。

シガール川から支流のデュモルト川沿いに入り、橋を渡って対岸に移り、再度、シガール川方向に戻ってくるというルートは平坦な道であるが、橋を渡るために大きく回り込まなければならない。つまり、目標地点であるジョラは対岸のすぐそこに見えているのである。これが、「まだか、まだか」と精神的にはきつく感じた。

本田が1977年のK 2登頂隊を描いたノンフィクション『K 2に憑かれた男たち』（2014）の記述によれば、1977年頃のデュモルト川の渡河はまさに命がけであり、「キャラバン中の最難関」（p.229）であった。ロープを渡して腰まで浸かりながらか、あるいは、柳の枝を編んだ吊り橋を渡るというのである。増水を避けるために数日間足留めされることもあったという。現在は写真1のような橋が架かり、ラバも渡ることが出来る。

昼食は橋を渡った後、林の中にクロスがかけられたテーブルと人数分の椅子が用意されていて快適にとることが出来た。食後は再び、既に見えているジョラのキャンプ地まで歩いた。

キャンプ地は柵に囲われており、トイレもあり、水が豊かで洗髪、洗濯も可能であった。ラマダンの期間中のため、日没後にしか食事をとってはいけないというイスラム教の文化を尊重して、8時からの夕食であった。夕食前に再度 SpO<sub>2</sub> の測定と健康調査（項目は論文末の**資料 1**に挙げる）を行った。以後、毎日測定し記録した。

## 第 2 日目 ジョラからスカムツォク（キャンプ地高度3300m）

第 2 日目は、朝 7 時出発、川沿いの断崖を歩く 4 時間 45 分ほどの行程である。昼食はスカムツォク到着後であった。次のパイユまであと 4 時間ほどなので、スカムツォクに宿泊しない隊も多い。先述の本田の著書に加え、2006 年の K 2 登頂隊の記録『K 2 苦難の道程』（出利葉 2008）でも、ジョラからは一気にパイユまで移動している。我々は昼頃スカムツォクのキャンプ地（**写真 2** 参照）に着き、午後は思い思いにゆっくり過ごした。

パキстанは現在、外務省から危険情報が出されている。バルトロ氷河トレッキングの窓口となるスカルドゥには渡航延期の勧めが出されている（2013 年 6 月 23 日付）。また、ヨーロッパからのトレッカーも直前までビザの発給が停止されていたとのことで、登りの行程ではいくつかのアジアのトレッキング隊やエクスペディション隊に遭遇するくらいであった。この日、登っていく地元の若者の隊と香港からのトレッキング隊と、下っていく K 2 登頂を終えた隊と出会った。このキャンプ地にとどまったのは我々と香港隊だけであった。

昼食後しばらくすると、ポーター達が円形に集まり、運搬に使用している

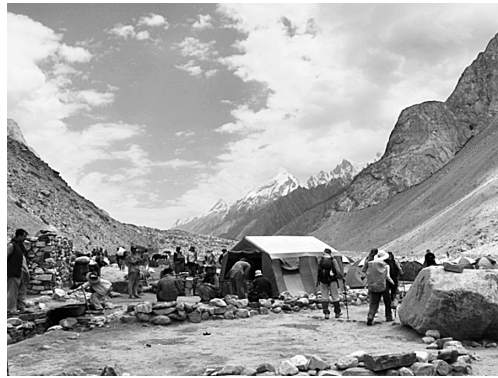


写真 2. スカムツォクのキャンプ地

大きなプラスチック容器を太鼓にして即興の歌が始まった。その歌に合わせて代わる代わる円の中央に出てきてこれも即興で踊り出す。ポーター達の楽しみだそう。音に誘われて集まってきたトレッキング隊のメンバーも加わって楽しい午後となった。

### 第3日目 スカムツォクからパイユ（キャンプ地標高3450m）

#### 第4日目 パイユ滞在

第3日目は朝7時に出発、3時間40分ほどの行程である。時間的にはあっという間であったが、ルートからトランゴ・タワー、カテドラルなど切り立った断崖で有名な山々が見え始め、ここまできた甲斐があったと感じられる風景であった。その日のキャンプ地であるパイユは、樹木の茂る気持ちのよい所であり、トイレ、洗面台、シャワーも設けられていた。2泊するのは決まり事のようなのである（本田 前出 p.233、出利葉 前出 p.113）。翌日は休養日ということもあり、天気も良く、絶好の洗濯チャンスであった。昼食後は木陰で本を読む者、写真を撮りに出かける者、談笑する者など、皆ゆっ



たり時間を過ごした。もちろん、夜には歌と踊りがはじまり、他のトレッキング隊からの参加もあって大いに盛り上がった。

第4日目はパイユ滞在である。午前中、キャンプ地の裏を登り、ちょっとした滝を見に行く2時間ほどのハイキングに出かけた。

### 第5日目 パイユからコボルツェ（キャンプ地標高3940m）

第5日目は朝7時に出発し、途中の昼食を入れ、約7時間と第1日目以来の長時間の行程であり、且つ、標高差も約500mある高山病の危険が高まる行程でもある。いよいよバルトロ氷河の舌端に入り、氷河上をさかのぼるルートとなる。

パイユは河岸の崖上部に位置していたので、まず、川面近くの下る。しばらく歩くと、大きな黒い砂礫のかたまりの下に巨大な白い氷の洞窟が見え、そこから轟々と音をたてて濁水が流れ出しているのが見えた。川の始まりで

あり、バルトロ氷河の末端である。この境界線を誰もが感慨深く見るのであろう。先述の2つの記録にも氷河舌端についての記述がある（本田 前出 p.242、出利葉 前出 pp.115-116）。



写真3. バルトロ氷河上の砂礫を歩く

氷河といっても氷の上を歩くのではなく、その上に堆積した砂石（堆石、モレーン）の上を歩いていくこととなる（写真3）。とはいえ氷河は氷河である。クレバスがありうねるようにせり上がった氷の上に行くルートはアップダウンも大きく、隊から逸れると危険である。標高が上がりメンバー



の中に高度順化の成否も見え始めてきた。体力が落ちつつあるメンバーを前にして隊列を組み直して、こまめに休憩を取りながら（おおよそ40分毎）進んでいった。曇天な上に標高も高いため気温は上がらず、ここまではトレッキング中には不要であったフリースの上着や帽子などの防寒具が必要となった。

この日の長時間で標高差が大きいトレッキングで疲れていたのか、コボルツェでの記憶があまりない。帰路も同じくコボルツェに宿泊したが、その時に往路のことが思い出せないとい他のメンバーに言うと、同じく記憶にないとのことであった。皆に疲労がたまり、また、高度障害が出始めたのかもしれない。食事テントまで出てこられず夕食がとれないほどの不調を訴える者もいた。

## 第6日目 コボルツェからウルドゥカス（キャンプ地標高4050m）

第6日目も朝7時に出発、約4時間の行程である。前日とは異なり、時間も短く標高差も少ないルートで、先頭のガイドが作ってくれるゆっくりとしたペースを保ちながら進んでいった。進行方向にブロードピークやガッシヤーブルム（G）IVなどの8000m峰が小さく見えてくる。あこがれの高峰にメンバー達の声も自ずと明るくなる。体力のある者は隊列の後方を歩き、時折、立ち止まりカメラを出してトレッキングの様子や風景を撮影しては、隊列に追いつくためペースを上げるといった、やや身体に負担が大きくなる行動もこの日は気楽に行えた。

それでも、休憩中は荷物を下ろし、石の上に座って体力の消耗を軽減するよう心掛けた。朝に配られるお湯で各自の携帯ポットに好みの飲み物を作っておき、休憩時に少しずつ水分補給した。この頃には、日本から持参した飴やチョコレートなどを交換し合うのが常となった。



写真 4. 岩場のナキウサギ



写真 5. 岩の下に咲く小さなピンク色の花



写真 6. 岩場の舞台で踊る

トレッキング中の楽しみは昼食と山々の眺めだけではない。氷河の上といえども、道ばたには花が咲き、ナキウサギという小動物を見ることが出来た。厳しい自然の中で、環境に適応し懸命に生きる動植物の姿はトレッカーをほ

っとさせてくれる。このような楽しみのおかげで疲れていたはずの身体も軽くなる（写真 4、5 参照）。

ウルドゥカスのキャンプ地は岩に張り付くように作られている。アプローチの最後は急登であった。登り切った場所にはいくつかの先着隊が既にテントを張っており、それらを抜けた所に我々のテントも張られていた。

高地ならではの早い日の入りの少し前、大きな岩の上にポーター達が集まりだした。馬方の少年が谷下に投げ捨てられていた金属製のタンクやポリタンクを拾ってきて、シンガー（歌の上手いポーターの愛称）に渡して歌が始まった。もはや当たり前のようにトレッキング隊のメンバーもつぎつぎ踊り出し、ここが4000mを超えた地とは思えないほどに盛り上がった（写真 6）。夜は冷え込みが強くなり、寝袋にカバーをつけて寒気を防いだ。

## 第 7 日目 ウルドゥカスからゴレⅡ（キャンプ地標高4380m）

第 7 日目は朝 7 時に出発、7 時間45分ほどの行程である。午前中に 5 時間歩き、途中のゴレⅠで昼食をとり、午後に 2 時間歩いてゴレⅡに到着した。この日は曇りであった。それでも日中は長袖シャツ 1 枚で歩けるほどの気温であった。

新たに G 1、ヒドウンピークが見えてきた。残念ながらマッシャーブルムは雲に隠れて見る事が出来なかった。2 つのピークが猫の耳の形のようなというミトレがすぐ脇にそびえていた。

ゴレⅡは氷の上のキャンプ地である。この先のコンコルディア、復路のゴレⅠも同じく氷の上であり、夜はトレッキング開始当初の暑さとの闘いが嘘のような寒さであった。この日から希望者には湯たんぽが配られた。寝付きが悪くなり、また、息苦しさに途中で数回起きてしまった。昼間には感じない酸素濃度の低さを実感した。



写真7. 冰山が点在するモレーンの上を歩く

## 第8日目 ゴレⅡからコンコルディア（キャンプ地標高4650m）

### 第9日目 コンコルディア滞在

第8日目は朝7時出発、約7時間の行程である。ここまで来てようやくモレーン上に白い冰山が現われ、いかにも氷河の上だと感じられる風景の中のトレッキングであった（写真7参照）。

奇怪な山形の怪峰ムズターグ・タワーが見えた。また、ルートの傍らには荷物の搬送に使われていたラバが数頭、力尽き倒れたまま放置されていた。緩やかな登りと下りが交互に現われ、相変わらずの砂礫ルートは辛かった。数日前から体調を崩し、ほとんど食事を受け付けなくなった者、明らかに行動に体力の消耗が表われている者もいたが、ゆっくりのペースを保ち、しっかりと休憩し、歩行運動に集中することでようやく前に進めていた。しかし、もうすぐK2が見られるという期待感は身体的な辛さを上回っていた。

コンコルディアはカラコルムの核心部に広がった「広場」である。「コンコルディアはバルトロ氷河に北からゴドウィン・オースチン氷河が、東からブロード氷河が、南からヴァイン氷河が合流する、いわば氷河の広場である。



写真 8. コンコルディアのキャンプ地で K 2 が現われるのを待つ

これらは1892年、イギリスの探検家マーチン・コンウェイが、スイス・アルプスのアレッチ氷河の中流にあるコンコルディアにちなんで命名したもので、そのもとはパリのコンコルド広場に由来する」（本田 前出 p.246）のである。もうすぐコンコルディアに着くという所で、これまで隊列の後方についていた体力のある者が先に行き、この旅の目的地に先着した。そして、カメラを構えて仲間の到着の様子を写真に収めた。到着10分前にはK 2が見え始めると聞いていたが、残念ながら頂は雲に隠れていた。

キャンプ地には我々だけで、既にテントが立てられていた。ここからもう1日かければK 2 BC までたどり着ける。しかし、今回のトレッキングはK 2が展望できるチャンスを多くするためにBC へは行かず、コンコルディア連泊としていた。

飲み水や調理に使う水は食事テント近くの氷を掘って得た。そこから石積みの上に幌を張っただけのポーターの宿泊所を挟んで、かなりはなれた所に作られたトイレ場は、金属製の堅牢な小部屋が階段の上にあり、その下にプ



写真9. コンコルディアからみたK2

プラスチック容器を取り付けて排泄物を氷河に流さないように設置されていた。我々のテント（写真8参照）はK2側に入り口が設けられていて、K2はもちろん、そこから右手を見れば広大な白い頂であるブロードピーク、さらにはG4、G3、G2、チョゴリザがそびえているのを、天候さえ良ければ、何時でも見渡すことが出来た。

昼食後、K2の麓が見える方向を向いて皆が思い思いのことをしていると、その時がやってきた。頂上にかかっていた雲が晴れ、K2の全景が現われた。夢中になって写真を撮った（写真9参照）。クレバスがあるから遠くに行かないようにと注意されていたにもかかわらず、K2によりそうエンゼルピークも撮影しようとよりよいアングルを求めて歩いていく者もいた。

K2の全景が見られることがいかに幸運かは、本田（前出）の著書にも述



べられている（p.247）。また、イスラマバードのホテルで我々と入れ替わりにコンコルディアから戻ってきた隊は、「滞在中の最後に数分間見られた」ことを「幸運」だったと言っていた。この幸運は翌日まで続き、K 2 は雲に隠れてもまた現われてくれた。夕日、朝日、星空のもとと時間と共に表情を変える K 2 を眺めることが出来た。

夜は寒さと空気中の酸素濃度が低いせいでなかなか眠れなかった。息が出来ずに苦しくなって起きることもしばしばであった。夜中に一人でトイレ場へ向かうと、透明な大気を通して見える星空が視界いっぱいに広がった。コンコルディアの夜空には真っ暗な部分はどこにもなかった。幾重にも重なった星の光がどこまでも続いていた。その星空が眠れない辛さを和らげてくれた。

翌日はコンコルディア滞在で、7 時起床とゆっくりとした朝であった。午前中に 3 時間ほどトレッキングし、エンゼルピークと K 2 のツーショットを狙ったが、残念ながら、この日はエンゼルピークを見ることが出来なかった。午後は前日と同じく、K 2 の方向を向いて思い思いの時間を過ごし、勇姿が現われれば記念撮影となった。

2 日間で十分に K 2 を堪能出来たことと、体調が思わしくないメンバーがいたこともあり、コンコルディアにもう 1 日滞在することを避け、帰路の行程を 1 日多く取るように予定を変更した。

## ——帰路——

### 第10日目 コンコルディアからゴレ I（キャンプ地標高4100m）

帰路の第 1 日目にあたる第10日目は朝 7 時に出発、往路宿泊したゴレ II での昼食をはさんで、7 時間15分ほどかけてゴレ I へ下りる。この日はトレッキング初の 1 日を通した雨天で、上下ヤッケを着て歩くこととなった。往路と異なり、山々は雲の中で、氷上の道はぬれてさらに滑りやすくなった。冷

たい雨で体力が奪われた。これまで屋外にテーブルを設けていた昼食も、雨のため、ゴレⅡのポーター小屋に入ってカーペットの上に車座になってとった。午後、ゴレⅠに着く頃には雨はやんだが、またもマッシャープルムは見る事が出来なかった。標高が下がったことで、皆少し体調が回復したようであった。この夜は久しぶりにぐっすりと眠ることが出来た。

### 第11日目 ゴレⅠからウルドゥカス

帰路行程が1日増えたことにより、ゴレⅠから一気にコボルツェに下りる当初の予定を2日に分けることとした。メンバーの体調を考えてのことである。帰路第2日目にあたる第11日目は朝7時に出発、約4時間の行程である。順調にルートを下り、昼前にはキャンプ地に到着した。ポーター達はさらに早く到着してテント場を確保してくれていたが、往路と違って大混雑していた。ビザの発給が再開されたヨーロッパ諸国のトレッキング隊が一気にやってきたのだという。午後になるとさらに人が押し寄せ、一度張ったテントを張り直さなければならないほどであった。

ウルドゥカスは緑豊かで多くの種類の花が咲いていた。午後の空いた時間には花の撮影に出かけた。テント場に戻ると残っていたメンバーは英語が分かるポーター達と話をし交流を深めていた。喧噪の中だが、帰路の我々にはほっとした空気が流れていた。

### 第12日目 ウルドゥカスからコボルツェ

帰路第3日目にあたる第12日目、この日も朝7時に出発、行程は約3時間と短くルートも緩やかで、あっという間にキャンプ地に着いた。このキャンプ地もイギリスからの大集団が訪れて賑やかであった。早くに着いたおかげで水場近くのテント場を確保出来た。前日に花の撮影をしていたためか、



ポーターの一人が食卓に小さな花束を飾ってくれた。水の豊かな地であったので、午後は皆、洗濯したり頭を洗ったりし、久しぶりに爽快感を味わえた。岩場に洗濯物や寝袋を干し、日向ぼっこを楽しんだ。テント場のすぐ近くをナキウサギが走り回りかわいい鳴き声を聞かせてくれた。1日の行動時間を短く出来たことにより、体力が消耗されず、体調を崩していた者も回復してきたようであった。

### 第13日目 コボルツェからパイユ・第14日目 パイユからジョラ

### 第15日目 ジョラからアスコーレ

帰路3日目にあたる第13日目は朝7時出発、約6時間20分の行程であった。第14・15日目は暑さ対策のため、共に6時出発、それぞれ約7時間、約6時間ほどの行程であった。

帰路も天気にも恵まれ、順調に下山していった。ウルドゥカス以降体調不良を訴える者はいなくなり、高度の影響は無くなったようであった。往路では目に入る度に感動していた山々もコンコルディアの圧倒的な絶景に慣れてしまい、もはやインパクトを失っていた。メンバーの関心はこれまで献身的に働いてくれたスタッフ達に向けられていた。パイユの夜には、恒例の歌と踊りが催され、「これが最後」とポーター、ガイド、添乗員、トレッカーが交ざり合って一緒に踊り、一体となった高揚感に包まれていた。

パイユからジョラ間は氷河が終わり、河岸に張り付くような細く崩れやすい道を歩くことになる。長時間だが、歩くことに慣れた身には全く苦にならなかった。デュモルト川沿いに入るあたりではガーネットが採れると聞くと、疲れはどこかへ飛び、岩や地面に張り付いて探すことに熱中した。そのため、ジョラ到着は予定の時間を過ぎてしまった。

ジョラからアスコーレまでは昼食をとらず、途中ティータイムのみで一気

に戻った。皆軽快な歩調で歩きながらの会話も弾んだ。中には歌い出す者もいた。アスコーレが近づくにつれ、河岸の道が広くなり、遠くの斜面に麦畑が見えてくると人が営む世界に戻ってきたと思えた。塀に囲われたトレッカー用のキャンプ地の門を最初にくぐろうと、体力自慢の者が早足となり、ちょっとした競争となった。「ゴール！」と門をくぐり、我々のトレッキングは終わった。

## 2) 中高年者の海外トレッキングを考える

今回のバルトロ氷河トレッキングに参加した体験を通じて、中高年者の海外トレッキングを考える。今回、滞在地の最高地点はコンコルディア（4650 m）であり、行動中ではコンコルディア滞在2日目のトレッキングで少し上がった地点（約4700m）であった。標高だけを見ると、人気の海外トレッキング先と同じであり、高度の影響も同じ程度であると推測する。ルートはなだらかで宿泊地間の標高差も最大で600mであり、大きな身体的負担がかかることもない。今回のトレッキングを振り返ると、確かにすべてテント泊で且つ長い行程であり、体調不良者も出たが、停滞・下山を選択するほどの症状は無く、中高年者が参加するトレッキングとしては悪くはないと感じる。

ただし、全員の無事往復には、中高年者に合った行程と周到な準備を伴ったサポートが不可欠であったと考える。

西遊旅行の添乗員の話では、一般に募集をかけるツアーの参加者は主に60歳代70歳代であるという。そのため、自ずとツアー日程の組み方も中高年者の体力を考慮したものとなろう。今回の中高年者トレッキングも、当初から予定にあった往路のスカムツォクでの宿泊、予定を変更しての復路のウルドゥカスでの宿泊など、行程を短い距離と時間で刻めたことが成功に結びついたと考える。このルートに限ったことではないが、ハイペースで登ると高山

病の危険は高くなる。実際、往路で出会ったある隊は、昼間に我々を追い抜くハイペースで歩き、夜になって重い高山病の症状が現われた者がいた。また、追い抜いていった別の隊は頭痛を訴えていた。隊全体がトレッキングを成功させるためには、そのトレッキング隊のメンバーの最弱者の体力に合わせたゆっくりとしたペースで歩くことが出来る集団であることが必要である。今回のメンバーは経験があるだけでなく、協調性を持ってガイドや添乗員の指示に従い、隊列を乱さず、一定のゆっくりとしたペースで歩けたことが成功の要因と考える。

また、食事消化がよく、各自が持参した食料も合わせて年配者の口に合うようなものが供され、高山病予防によいとされる十分な水分補給もあったことも成功の要因であると考ええる。

## 2. トレッキング中における SpO<sub>2</sub> 値測定と健康調査の記録

### 1) 目的

本研究の目的は、中高年者を対象としてこれまであまり為されていなかったバルトロ氷河トレッキングルートでの SpO<sub>2</sub> の変化と健康調査の記録を行うことである。また、記録したデータを SpO<sub>2</sub> に基づいて群分けし、健康調査に示された健康状況を分析することで、それぞれの群における高度順化の様相を明らかにすることである。

### 2) 方法

記録ルート    パキスタン    カラコルム山脈    バルトロ氷河トレッキングルート（標高3000mから4650mを往復）

記録対象    長年の登山経験があり、既に海外トレッキングの経験がある中

高齢者男女計 8 名（平均年齢 57.9 歳 男性 61 歳～72 歳の 5 名・女性 41 歳～47 歳の 3 名）

**記録期間** 2012 年 7 月 31 日から 8 月 15 日の 16 日間  
（トレッキング期間は 8 月 1 日から 8 月 15 日の 15 日間 記録期間には出発前日の夜を加える）

**記録項目** ① SpO<sub>2</sub>（動脈血酸素飽和度）・HR（心拍数）  
②健康調査

**記録方法** ①毎日朝食前と夕食前に椅子に着席し、安静状態でパルスオキシメータ（オキシマン S-104 OXIM 株式会社製）を用いて測定した。装着後、数値が安定するのを待って数値を記録した。  
②毎日夕食前に質問紙を用いて記録した。質問項目は論文末の**資料 1**に示す。この質問紙には旅行社が使用している「健康手帳」を活用した。AMS スコア項目と類似しているが、動悸、嘔気、嘔吐、咳、胃痛などの回答者が自覚しやすい不調を細かく尋ねる項目も加えられ、記入しやすいよう変更されている。また、山本（2000 p.260）が高地での健康状況判定に有効としている「尿の量」と「尿の色」も加えられている。睡眠については前日から回答日朝にかけての状況を尋ねた。

なお、対象者には測定データ・記録を研究に活用する旨と  
その際には個人情報の扱いに注意を払うことを説明し、了承を得た。

**結果の処理** ①記録日ごとに 8 名の SpO<sub>2</sub> と HR の数値を集計して平均値を算出し、トレッキング行程順に数値変化と標高変化とを照らし合わせた。また、全行程での個人の SpO<sub>2</sub> 平均値を算出し、その平均値をもとに SpO<sub>2</sub> の値が高い群（高群）、中程度の

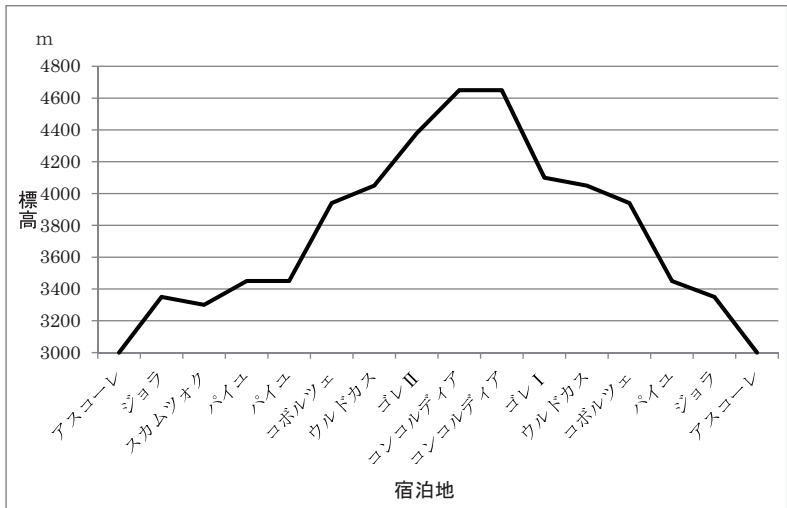


図4. バルトロ氷河トレッキングルート宿泊地の標高変化

群（中群）、低い群（低群）に分け、個人の標高変化に伴うSpO<sub>2</sub>の変化を群毎に分析した。

- ②健康調査の記録を上記の3群間で比較し、高度順化の様子を分析した。健康調査中の睡眠については前日の夜から行動日当日の朝にかけての状況を回答しているのので、1日前の滞在地で記録とした。

### 3) 結果

#### 標高とSpO<sub>2</sub>の変化

図4にバルトロ氷河トレッキングルート宿泊地の標高変化を示す。このルートが出発地のアスコレーから目的地のコンコルディアまで標高を上げ続けて登っており、大きく標高を上げる箇所が3カ所、アスコレー・ジョラ間、

パイユーコボルツェ間、ウルドゥカスーコンコルディア間にあることがわかる。ジョラースカムツォク・パイユ（＝パイユ滞在）間に標高差はあまりない。一方、下りは一気に標高を下げているのがわかる。

毎朝・毎夕の HR の平均値を図 5 に、SpO<sub>2</sub> の平均値を図 6 に示す。1 名に体調不良で測定不能日があったため、7 名の平均値である。トレッキング中の SpO<sub>2</sub> の測定方法に関して山本（2000）は「朝、目が覚めたら直ちに、シュラフから出ずに仰臥位で計る」（p.256）としている。中村（2007 p.93）も HR の測定時間を「起床時」としている。測定前に身体を動かしてしまうと、数値が変動してしまうからである。とはいえ、今回は確実に全員が同じ状況で測定可能な朝・夕の食事前と固定して行った。

体内の酸素濃度を保つため、SpO<sub>2</sub> と HR は補完的に連動するものである。中村（前出）は経験的に HR だけでも高度順化の状況を客観的に見ることが出来るとしている（p.93）が、今回の結果は両者の連動は見られなかった。

HR の結果は、宿泊地の標高変化との対応はあまり見られなかった。HR の変化で目立った特徴は、登り初日で行動時間が長かったジョラでの夜、下り初日で行動時間が長く標高差も大きいゴレ I での夜において心拍数が上昇している。また標高差が大きく、3 日ぶりの長時間行動後のパイユの夜に再び上昇した。

SpO<sub>2</sub> の結果は、登山時には、3000m のアスコレ（トレッキングスタート地点）から 3450m のパイユまでは、夜に低下しても翌朝には上昇するというノコギリ型のパターンを持つ変化をしている。この期間は標高変化の影響は少なく、90% 前後で推移している。パイユを出発した朝から 4050m のウルドゥカスでの夜にかけては一晩過ごしても SpO<sub>2</sub> は上昇せず、低下する一方であった。ウルドゥカス以降、目的地のコンコルディア到着までは、再び夜低下し朝上昇するというノコギリ型のパターン変化を取りながらも、ウルド

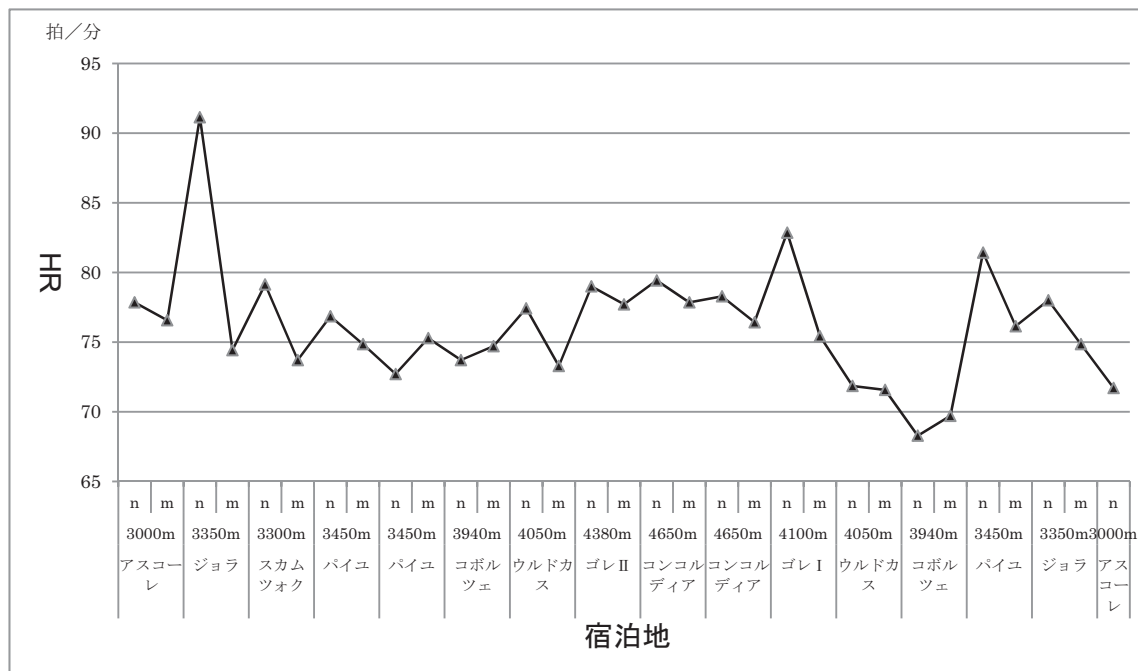


図5. HRの平均値の変化 (nは夜、mは朝を示す)

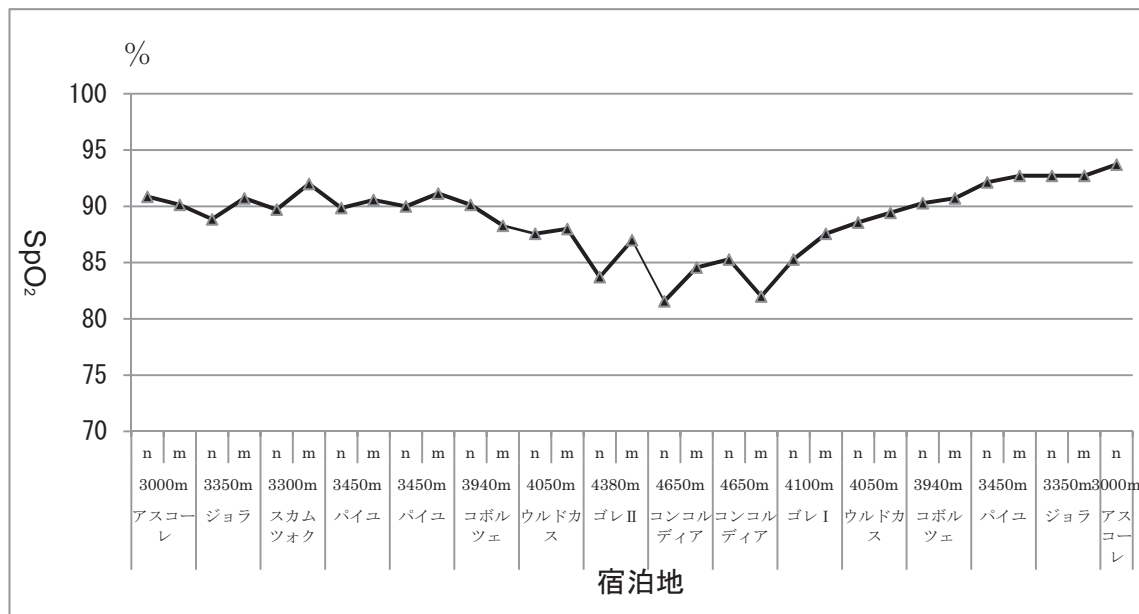


図6. SpO<sub>2</sub>の平均値の変化 (nは夜、mは朝を示す)



ウカスでの朝の88.00%からコンコルディア到着の夜の81.57%まで段階的に低下していった。下山時は、トレッキングで標高を下げたことによる  $\text{SpO}_2$  の上昇と同時に、一晩の滞在でも上昇しており、一度も低下することはなかった。

今回の測定では  $\text{SpO}_2$  が標高変化に連動しており、トレッキング時の生理指標としては HR よりも  $\text{SpO}_2$  が適切と考え、以下、 $\text{SpO}_2$  の高低で分類した群間で変化の特徴を分析した結果を示す。

8名のうち、測定不能日があった1名を除き、7名を全行程の平均値を用いて  $\text{SpO}_2$  高群（3名）・中群（2名）・低群（2名）に分類した。各群における  $\text{SpO}_2$  の変化を高群図7-1、中群は図7-2、低群は図7-3に示す。なお、各図の実線（—）は図6に示した7名の平均値である。

高群の結果は、個人差があるものの、夜が低く朝が高いという平均値と同じノコギリ型の変化をしている。登山時は、スタート前日のアスコレー夜からウルドゥカスでの朝まで、朝夕を通じて高い値且つ少ない変動で推移しており、人によっては標高が上がったほうがアスコレーでの測定値よりも高い値を示している。最大の特徴はコンコルディアでの低下の度合いが少ないことである。下山時はウルドゥカス到着時には全員が90%台に回復し、以後、わずかに変動があるものの緩やかに上昇している。

中群の結果は、登山時では、スタート前日のアスコレー夜からウルドゥカス朝まで、高群同様、安定的に高い値でノコギリ型のパターン変化をしている。しかし、ゴレⅡからコンコルディア、下山時のゴレⅠでは低下が大きい。また、コンコルディア滞在日の朝夜間にわずかながら上昇している一方で、2泊目の夜から翌朝かけて低下し、特に1名は大きく低下している。

低群の結果は、登山時ではスタート前のアスコレー朝に  $\text{SpO}_2$  の値が大きく低下し70%台、80%台となった。その日のトレッキング後のジョラでの夜

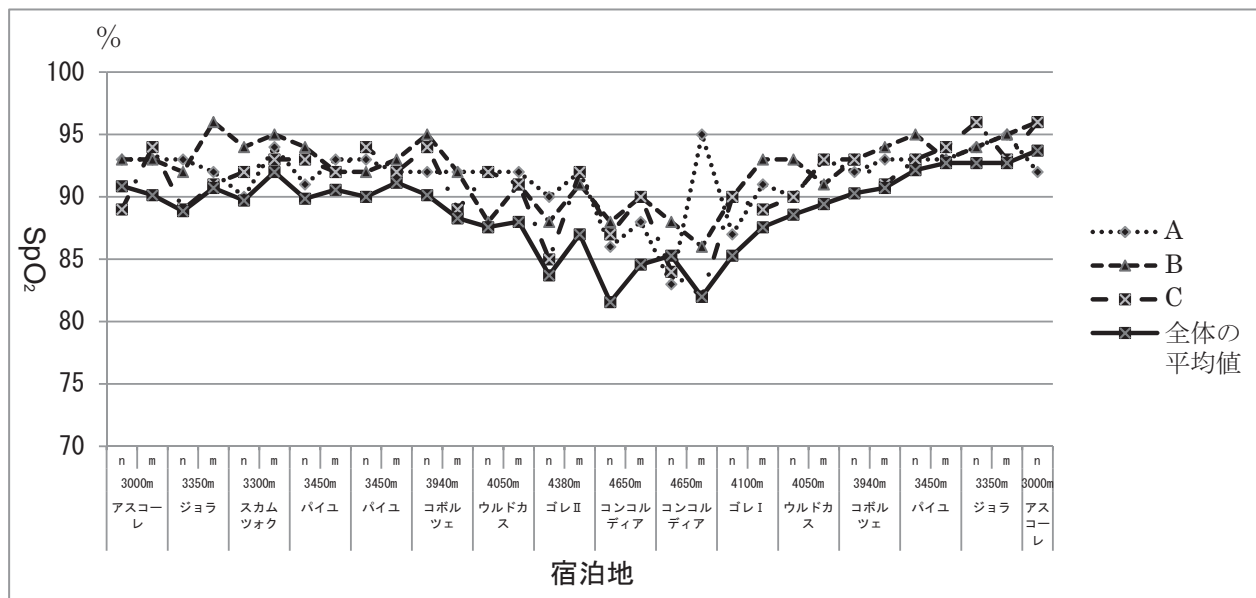


図7-1. 高群における SpO<sub>2</sub> の変化 (n は夜、m は朝を示す)

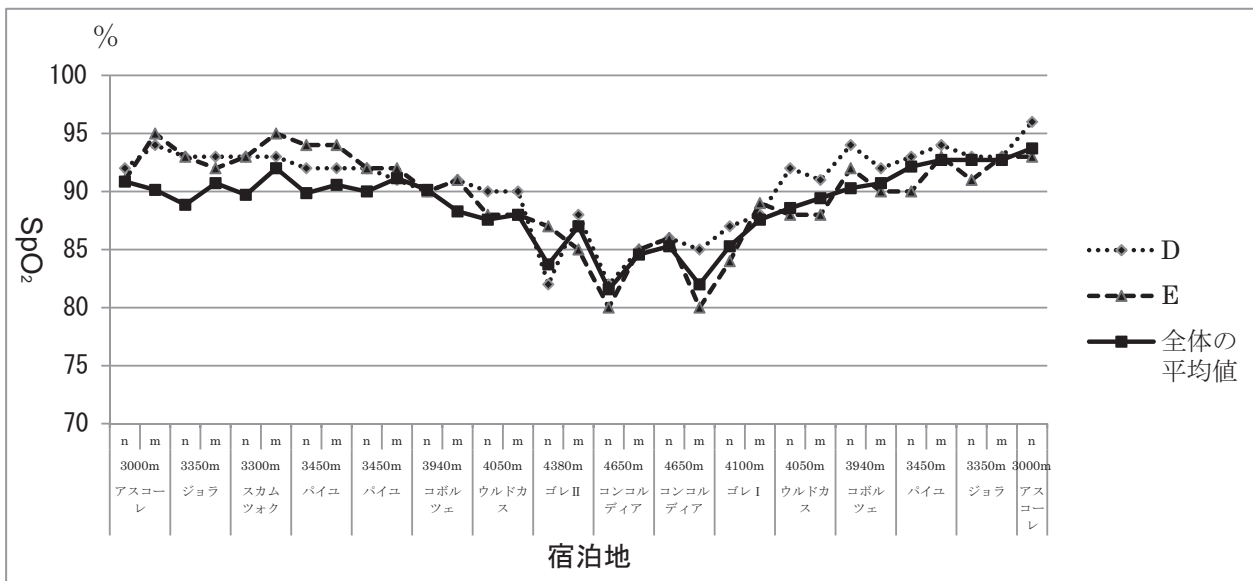


図7-2. 中群における SpO<sub>2</sub> の変化 (n は夜、m は朝を示す)

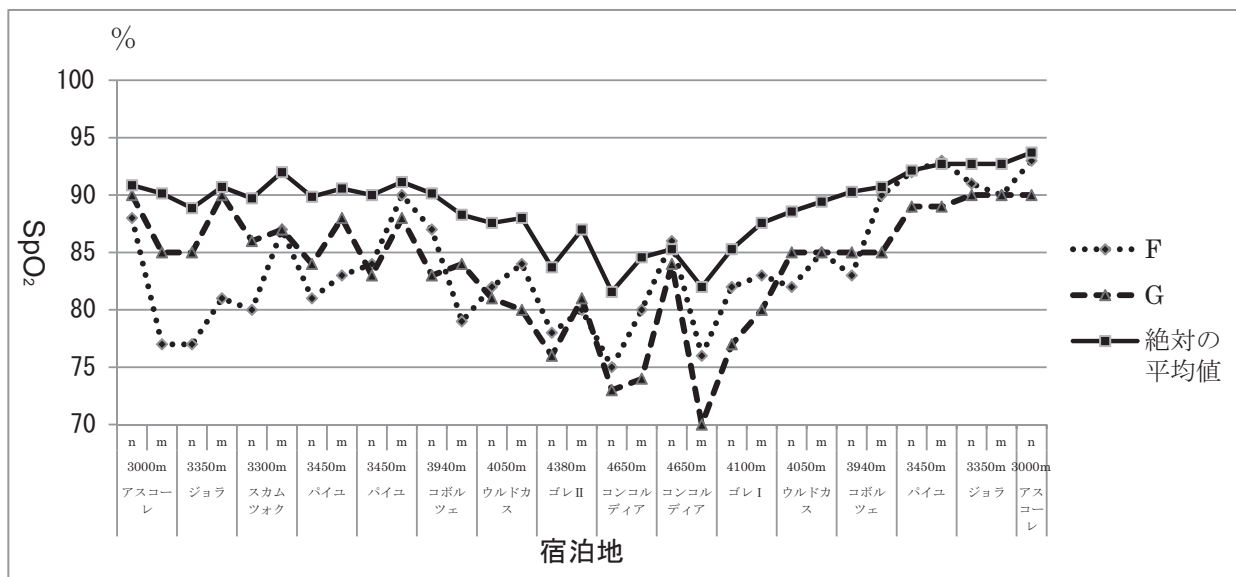


図7-3. 低群における SpO<sub>2</sub> の変化 (n は夜、m は朝を示す)

にも変化はなく低値のままであった。以降は低下せずにノコギリ型のパターン変化での推移ではあったが、パターンが崩れ、大きく低下するのがコボルツェでの夜であった。他の2群よりも早く高度の影響を受けていることが窺えた。さらに、コンコルディア到着の夜、および滞在後の出発日朝には大きく低下した。特徴的なのは、パイユ滞在の2日目朝に大きく上昇した点である。コンコルディアでの滞在2日目の朝夜間にも大きく上昇した。下山時の値は、標高が下がるにつれて急激に上がり、1名はコボルツェの朝、もう1名はパイユの夜以降90%を超えて以後安定的に変化した。

### 各群の健康調査結果

健康調査の各質問項目について、わずかでも不調があると回答した人数を個人の SpO<sub>2</sub> 平均値で分類した3群に分けて集計した。その結果を高群は表3-1に、中群は表3-2に、低群は表3-3に示す。ただし、高群は3名、中群は2名、低群は3名（SpO<sub>2</sub>の変化についての結果では除外した1名を含む）と人数が異なっているので、各群2名以上の項目（66%以上にあたり図中に網かけで示す）に注目して結果を述べていく。

高群では、3名中2名以上が不調を訴えた項目はどの宿泊地においてもなく、全行程を通して体調が良いことが示された。

中群では、トレッキング開始前日アスコレでの「食欲」「倦怠感」、1日目ジョラでの「睡眠」「食欲」「倦怠感」、3日目パイユでの「下痢」であった。行程の開始前および初期に不調があったが、4日目以降は復調していること、同じ不調が3日以上連続しないことが示された。

低群では、開始前日のアスコレの「睡眠」「尿量」、1日目ジョラの「睡眠」「動悸」「尿量」「精神的不安」、2日目スカムツォクの「睡眠」「動悸」「咳」「尿量」「耳鳴り」、3日目パイユでの「動悸」「食欲」「頭痛」「胃痛」

表 3-1. SpO<sub>2</sub> 高群（3 名）の健康調査結果

	アスコ ーレ	ジョラ	スカム ツォク	バイユ	バイユ	コボル ツェ	ウルド ウカス	ゴレⅡ	コンコ ルディ ア	コンコ ルディ ア	ゴレⅠ	ウルド ウカス	コボル ツェ	バイユ	ジョラ	ア ス コーレ
	3000m	3350m	3300m	3450m	3450m	3940m	4050m	4380m	4650m	4650m	4100m	4050m	3940m	3450m	3350m	3000m
睡眠	1	1		1		1	1	1								
動悸	1	1														
食欲		1														
頭痛																
嘔気																
嘔吐																
咳									1				1			
むくみ									1	1	1	1	1	1		
胃痛																
尿量		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
めまい																
倦怠感		1						1	1		1					
耳鳴り																
視力障害																
嗅覚変化																
精神的不安																
下痢																

表3-2. SpO<sub>2</sub> 中群（2名）の健康調査結果

	アスコ ーレ	ジョラ	スカム ツォク	パイユ	パイユ	コボル ツェ	ウルド ウカス	ゴレⅡ	コンコ ルディ ア	コンコ ルディ ア	ゴレⅠ	ウルド ウカス	コボル ツェ	パイユ	ジョラ	ア ス コーレ
	3000m	3350m	3300m	3450m	3450m	3940m	4050m	4380m	4650m	4650m	4100m	4050m	3940m	3450m	3350m	3000m
睡眠	1	2	1	1	1					1						
動悸	1	1					1	1			1					
食欲	2	2														
頭痛	1							1								
嘔気																
嘔吐																
咳																
むくみ																
胃痛	1	1													1	
尿量	1															
めまい																
倦怠感	2	2		1				1			1					
耳鳴り																
視力障害																
嗅覚変化																
精神的不安	1	1		1												
下痢	1	1	1	2	1	1	1	1								

※網かけは66%以上（2名中2名）が該当した項目

表 3-3. SpO<sub>2</sub> 低群（3名）の健康調査結果

	アスコ ーレ	ジョラ	スカム ツォク	パイユ	パイユ	コボル ツェ	ウルド ウカス	ゴレⅡ	コンコ ルディ ア	コンコ ルディ ア	ゴレⅠ	ウルド ウカス	コボル ツェ	パイユ	ジョラ	ア ス コーレ
	3000m	3350m	3300m	3450m	3450m	3940m	4050m	4380m	4650m	4650m	4100m	4050m	3940m	3450m	3350m	3000m
睡眠	3	3	2*	1	2	3	2	2	1	1	1		1	1		
動悸		2	3	2*	2	2	1		2	2	1		1	1	1	
食欲		1	1	2*	2	2	2	1	1	1	1					
頭痛				2*	1	2	2		1	1						
嘔気			1	1*	1				1							
嘔吐			1	*					1							
咳	1	1	2	1*	1	1		1	2	2	1	2	1	1	1	1
むくみ				1*		1	1									
胃痛				2*	2	1	1									
尿量	2	2	3	*		1	1	1								
めまい		1	1	1*			1									
倦怠感	1	1	1	2*	2	2	2	2	1	2	2					
耳鳴り		1	2	1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
視力障害		1		*												
嗅覚変化				*												
精神的不安	1	2		2*	2	2	1	1								
下痢				1*	1	1	3	3	1	1		1				

※低群の1名が体調不良のため1日記録不可能であった。\*で記す箇所のみ2名での記録である

※網かけは66%以上（3名中2名、2名中2名以上）が該当した項目



「倦怠感」「精神的不安」、4日目パイユの「睡眠」「動悸」「食欲」「胃痛」「倦怠感」「精神的不安」、5日目コボルツェの「睡眠」「動悸」「食欲」「頭痛」「倦怠感」「精神的不安」、6日目ウルドゥカスの「睡眠」「食欲」「頭痛」「倦怠感」「下痢」、7日目ゴレⅡの「睡眠」「倦怠感」「下痢」、8日目コンコルディアの「動悸」「咳」、9日目コンコルディアの「動悸」「咳」「倦怠感」、10日目ゴレⅠの「倦怠感」、11日目ウルドゥカスの「咳」であった。「睡眠」「動悸」「倦怠感」は、間が空くものの7日続き最も多く訴えられた不調であった。また、「尿量」は行程の初期に訴えられた不調であった。一方、「咳」「倦怠感」の不調は下りの行程に入っても続いていた。この低群では不調は多岐にわたり、また同じ不調が長期間続いた。つまり、低群では、スタート時から高山病の症状（特に「尿量」の減少）が現われ、高山病の代表的症状である頭痛を訴えた約3500mのパイユで大きく症状が進んでいたこと、高山病が進んでからの症状として「咳」「倦怠感」が現われることが示された。

## 5) 考察

### 標高と SpO<sub>2</sub> の変化

今回の測定では SpO<sub>2</sub> の変化と HR の変化には連動が見られなかった。その原因については朝夕の食事前という測定のタイミングが影響したと考える。特に夕食前の HR が上昇しているのは、その日の行動の影響を受けたためである。朝のみを取り出すと、HR も4000mを超えたあたりからは標高の変化と同じように変化している。夜の HR については、滞在地の標高の高さよりも、その日の行動時間の長さや標高変化の大きさが心拍上昇を招いていると推測できる。また、登り、下りそれぞれの初日に心拍上昇が大きかったことは、身体が運動や環境変化に慣れていないためと推測できる。また、このような夜の心拍上昇は日中の行動による身体的負担が大きいことを表わしてい

る。今回のトレッキングでは、登りの初日にあった6時間を超える長時間行動は大きな身体的負担となったといえる。また、一般的に下りについては高度の影響は軽減されるが、今回の結果では2カ所大きな心拍上昇が認められた行程があった。中高年者では、下りのルートで空気中の酸素濃度が増す行程といえども、長時間行動や500mを超える標高差を1日で移動することは身体的負担となったことが明らかとなった。

SpO<sub>2</sub> の平均値の変化から、SpO<sub>2</sub> は標高変化の身体への影響を客観的に知ることが出来る生理指標となることが確認された。また、標高3500mまでは日中の高度上昇で血中の酸素量が低下するが、一晩同じ標高に滞在することでSpO<sub>2</sub> は回復し、高度の影響をあまり受けずにトレッキング出来ること、すなわち、ノコギリ状のパターン化されたSpO<sub>2</sub> 値の変化が3500mまでは形成されていることが明らかとなった。ところが、3500mから4000mでは一晩滞在してもSpO<sub>2</sub> の値は回復せずに低下し、順化がうまくいかなることが示された。さらに、4000mを超えてからは一晩の滞在での回復幅は高度上昇で低下した分を補えなくなるものの、3500m以下と同じ低下回復のノコギリ状のパターンが認められた。再び、身体が高度に対応出来るようになったのである。これらのことから、低くなっていく酸素濃度に対応するための身体の働き、順化には一定のパターン、すなわち、日中、高度上昇のためSpO<sub>2</sub> は低下するが、同じ高度に一晩滞在することで回復するというノコギリ型のパターンがあると推測できる。その一晩滞在による回復度合は3500mまでは、高度を上げる前に近い水準まで、4000mを超えてからは回復度合が減少し、行程全体では高度を上げるにつれてSpO<sub>2</sub> が低下していく。そして、3500mから4000mの間ではこのパターンは出現せず、この高度帯では順化に困難があると推測できる。

山本（2000）は「3000m以上の山は典型的な高所」（p.203）とし、登山

家の松原尚之氏の話から「3500mという高度と80%という SpO<sub>2</sub> の値は、高山病にかかるか、かからないかの境界値となっている、といってもよいのかもしれない」（p.203）と述べている。また、「4000m付近の高度には、最初の、そしておそらく最大の『低酸素の壁』があるといえるだろう」（p.207）とも述べている。高度順化の状況は個人差が大きいため、3500mから4000mの幅で考えると、この山本の記述と今回の測定結果は一致している。加えて、今回の結果からは、3500mから4000mの間には、ある一線があるのではなく、高山病の症状を訴えた者には SpO<sub>2</sub> が一晩滞在しても上昇しなくなる状況が数日間生じていた。この期間にうまく順化のパターンが身体内に形成されれば高山病にならない可能性が高まると推測できる。

### SpO<sub>2</sub> の値と健康状況の関連

次に、個人の SpO<sub>2</sub> 平均値の高低で群分けした 3 群の SpO<sub>2</sub> 変化と健康調査の記録を合わせて考察する。健康調査の記録を見ると、高群は高山病の症状が少なく、うまく高度順化が出来ていた群であり、低群は高山病の症状が多く現われ、順化がうまくいかなかった群であり、中群はまさに両者の中間であることが示されている。高群の変化の特徴の一つとして、登り下りとも 4000m以下の標高では SpO<sub>2</sub> の低下上昇の変動幅が少ないことが挙げられる。また、4650mの標高でも大きく低下しないことも特徴である（1 名が滞在中の朝に特異に高い値を示しているが、これは測定直前に体操をしていたためであると思われるので今回の考察からは外す）。つまり、順化がうまくいった者は、全行程を通じて SpO<sub>2</sub> の変動幅が少なかったのである。中群については 4000m以下の標高では高群とほぼ同じだが、4650mの標高では高群よりも大きく低下している。一方、低群は全行程を通して SpO<sub>2</sub> 値の低下上昇の変動幅が大きいことが特徴である。これまで、SpO<sub>2</sub> に関しては測定時の標

高と値の高低のみが着目されてきたが、今回、変動幅という新たな観点が研究対象となる可能性が示された。

また、高山病の症状が現われるのは、低群ではトレッキング出発前日の3000mから3350mの間からであり、ピークは3450mから3940mの標高であった。中群でも出発前日から症状があり、この群では症状出現のピークは3350mの標高であった。これらのことから、これまでの説通り、3500mから4000mの高度で高山病の症状が多く出ることが確認された。その一方で、今回のトレッキングでは開始前、開始すぐから身体の不調を訴える者がいたことに注目する。この初期身体不調が以後の順化がうまくいかないことにつながっていると推測される。低群ではトレッキング初日に大きく SpO<sub>2</sub> の値が低下し、以後、ノコギリ状のパターンが認められるものの、低い値での推移となった。この初日の不調はトレッキングで高度を上げる以前に始まったと考えられ、その初期の身体不調が以後のトレッキング全体を通じて SpO<sub>2</sub> が低値で推移する原因となったとも考えられる。中群が初期に不調を訴え、その時にはなく、標高が4000mを超えてから SpO<sub>2</sub> 値が下がったことも初期の不調が原因と考えられる。もちろん今回の測定・調査だけでは判断できないが、変動幅と共に、これから先の高度順化研究の新たな視点となりうると考える。

## おわりに

本研究の目的は、2012年8月に行ったバルトロ氷河トレッキング時の SpO<sub>2</sub> の値と健康調査の状況を照らし合わせ、中高年者の高度順化の様相を明らかにすることであった。まず、バルトロ氷河トレッキング行程の記録をまとめた上で、SpO<sub>2</sub> 値の変化と健康調査の記録を行った。また、対象者の中高年男女8名（40代から70代）を SpO<sub>2</sub> の値を用いて3群に分類し、群間

で高度変化に伴う SpO<sub>2</sub> の変化と健康調査に現われた体調の変化を比較した。その結果を考察し、以下の知見が得られた。

- 1) トレッキング行程の記録から、今回の中高年者トレッキングは1日の行程を短い距離と時間で刻めたこと、隊列を乱さず、一定のゆっくりとしたペースで休憩を入れながら歩けたことが成功に結びついたと考える。プランでは中高年者の体力を考慮した日程を組み、実地ではそのトレッキング隊のメンバーの最も体力が落ちている者に合わせたゆっくりとしたペースで歩けることが中高年者のトレッキングでは必要であるといえる。
- 2) 食事は消化がよく、各自が持参した食料も合わせて年配者の口に合うようなものが供され、高山病予防によいとされる十分な水分補給もあることが中高年者のトレッキングには重要であるといえる。
- 3) 夕食前の HR については、滞在地の標高よりも、その日の行動時間の長さや前日との標高差が心拍上昇を招いていたことが示された。登りはもちろん、下りで空気中の酸素濃度が増す行程であっても、長時間行動や500mを超える標高差を1日で移動することは中高年者にとって大きな身体的負担となったことが示された。また、登り、下りそれぞれのトレッキング初日の夜に心拍上昇が大きかったことは身体が運動や環境変化に慣れていないためと推測する。
- 4) 従来の論通り、SpO<sub>2</sub> の平均値の変化から、SpO<sub>2</sub> は標高変化の身体への影響を客観的に知ることが出来る生理指標となることが確認出来た。
- 5) 高度順化には一定のパターン、つまり日中には移動による高度上昇で SpO<sub>2</sub> は低下するが、同じ高度に一晩滞在することで回復するというノコギリ型のパターンがあることが認められた。その一晩滞在による回復度合は、3500mまでは高度を上げる前に近い水準まで、4000mを

超えてからは回復度合が減少し、そのために高度を上げるにつれて 1 日を通しての SpO<sub>2</sub> が低下していく。そして、3500m から 4000m の間ではこのパターンは出現せず、この高度帯では順化が困難になることが示された。この結果は従来論と同じである。

- 6) SpO<sub>2</sub> の平均値の高低で群分けした 3 群の SpO<sub>2</sub> 変化と健康調査の記録を比較検討したところ、SpO<sub>2</sub> が高ければ高山病の症状は現われず、低ければ現われることが確認出来た。これは従来論通りである。
- 7) 高度順化がうまくいった者は、全行程を通じて血中酸素濃度の変動幅が少なかった。一方、順化がうまくいかなかった者は全行程を通して SpO<sub>2</sub> 値の低下上昇の変動幅が大きかった。これらのことから、これまで、SpO<sub>2</sub> に関しては測定時の標高と値の高低のみが着目されてきたが、変動幅という新たな観点が研究対象となる可能性が示された。
- 8) 今回のトレッキングでは行程の開始前、開始すぐから身体の不調を訴え、SpO<sub>2</sub> が低下した者がいた。また、初期に不調を訴え、その時にはなく標高が 4000m を超えてから SpO<sub>2</sub> が低下した者がいた。この初期の不調が以後の順化がうまくいかないことにつながっていると推測した。もちろん今回の測定・調査だけでは判断できないが、今後の高度順化研究の新たな視点となりうると考える。

今後の課題としては、今回認められた SpO<sub>2</sub> の変化がノコギリ状のパターンを持つことをさらに検証していきたい。国内では 4000m を超える高地はなく、実地での調査が難しいので、低圧低酸素実験室を用いた研究で測定対象者を増やして取り組みたい。また、変動幅と初期不調が高山病と関連しているのではないかと今回得られた新たな仮説の検証についても、同時に取り組んでいきたい。今回およびこれからの研究が中高年者の高地トレッキングの安全性を高めることの一助になることを望む。

## 文献

- 出利葉善次（2008）. K 2 苦難の道程——東海大学K 2 登山隊登頂成功までの軌跡—— 東海大学出版会
- ハケット, P. (1983). 栗山喬之（訳） 高山病——ふせぎ方・なおし方 山洋社
- 原真（1994）. ヒマラヤ・サバイバル 悠々社
- 平松携（1996）. 中年鍛練者のエベレスト・トレッキングにおける心拍反応について 尾道短期大学研究紀要45,283-295.
- 平松携（1997）. 低酸素環境下における中年鍛練者の循環応答の関係 尾道短期大学研究紀要46,81-93.
- 本田靖春（2014）. K 2 に憑かれた男たち 山と溪谷社
- 関東地方環境事務所（2013）. 平成25年夏期の富士山登山者数について 2013年 9 月報道発表資料 (<https://www.google.co.jp> 2014年 2 月 7 日アクセス)
- 中島道朗（2000）. 登山と高所環境の医学 体力科学 49,217-222.
- 中村進（2007）. 海外登山 山と溪谷社
- 日本経済新聞（2013）. 登山者激増、環境破壊もエベレスト初登頂から60年 WEB 刊2013年 6 月 2 日付 (<https://www.nikkei.com> 2014年 2 月 7 日アクセス)
- 関和俊・石田恭生・小野寺昇・田淵昭雄（2007）. 富士山登山における心拍数, SpO<sub>2</sub> および自覚症状スコアの変化 川崎医療福祉学会誌 17,113-119.
- 総務省統計局（2012）. 統計からみたスポーツの今昔——「体育の日」にちなんで—— 統計トピックス No. 64 総務省統計局ホームページ (<http://www.stat.go.jp> 2014年 2 月 7 日アクセス)
- ヤマケイオンライン（2013）. みんなの「登山白書」海外登山に関する意識調査 山と溪谷社 (<https://www.yamakei-online.com> 2014年 2 月23日アクセス)
- 山本正嘉（2000）. 登山の運動生理学百科 東京新聞出版局
- 山本正嘉（2012）. 高所での活動能力の低下を防止するための事前順化トレーニングに関する文献 スポーツトレーニング科学13,19-22.
- 山本正嘉・笹子悠歩・浅野勝己（2010）. 中高年登山者の富士登山時における生理的負担度——登山時, 山頂滞在時, および下山時を対象として—— 富士山測候所を活用する会第4回成果報告会予稿集

資料

資料 1. 健康調査の項目

（前日夜から当日朝にかけての状況を記入）

睡眠	極良	・	良	・	普通	・	不良	・	極不良
----	----	---	---	---	----	---	----	---	-----

（当日の状況を記入）

動悸	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
食欲	良好	・	普通	・	不良	・	極不良
頭痛	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
嘔気	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
嘔吐	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
咳	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
むくみ	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
胃痛	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
尿量	普通	・	多い	・	少ない		
めまい	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
倦怠感	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
耳鳴り	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
視覚障害	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
嗅覚変化	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
精神的不安	なし	・	わずか	・	かなり	・	ひどく
下痢	ある	・	ない				

注）網掛け部分に該当した場合を不調とした

〈キーワード〉 中高年者、高度順化、高山病